Aus der chirurgischen Abteilung des Städtischen Krankenhauses Neukölln
(Berlin-Buckow-Ost)
Direktor: Dr. Dencks

ÜBER
KNOCHENBOLZUNGEN

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung des Medizinischen Doktorgrades
an der
Friedrich-Wilhelms-Universität in Berlin

vorgelegt von

GÜNTER FRANK
aus Berlin-Charlottenburg

Tag der Promotion: 17. Juni 1940

Buchdruckerei Franz Linke, Berlin NW 7, Marienstr. 13

M 117

Gedruckt mit Genehmigung

der

Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. Kreuz

Referent: Prof. Dr. Rostock

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Schon die arabischen Aerzte des Mittelalters kannten eine blutige Knochenvereinigung, und zwar die Knochennaht mittels eines Fadens aus organischer Materie ähnlich unserem Catgut.

Trotz des hohen Standes der Medizin findet man bis zu Beginn des 19. Jahrhunderts in der Literatur keine Berichte über blutige Knochenstellung. Von da an werden allerdings vielerorts Methoden zur operativen Knochenvereinigung angegeben. An Brüche großer Schaftknochen legten die verschiedensten Chirurgen äußere oder innere Schienen aus verschiedenen Materialien an. (Innere Schienen = Bolzen.) Um die Knochen in ihrer Stellung zusammenzuhalten, benützten z. B. der Engländer Rodgers (1826) und sein Landsmann Cooper (1859), in Deutschland J. F. Dieffenbach (1848) Metallfäden. Dieffenbach war später auch der erste Chirurg in Deutschland, der Elfenbeinstifte zur inneren Schienung der Knochen anwandte. 1879 operierte Gussenbauer die Knochenbrüche, indem er die Fragmente mit Metallklammern zusammenhielt. Zu den Ersten, die die Knochen durch einen Bolzen aus Elfenbein vereinigten, gehören C. Heine und Bircher (1886).

Im 20. Jahrhundert wurden die Methoden der blutigen Knochenvereinigung und damit auch der Bolzung von zahlreichen Autoren nach den verschiedensten Seiten hin ausgebaut. Die Franzosen haben sich besonders mit der Osteosynthese beschäftigt, ferner die Engländer und Deutschen, die der Knochenchirurgie neue Wege aufzeigten. Lambotte (1906) verschraubte die Knochen mit Stahlplatten oder befestigte diese Platten mit vergoldeten Nägeln, er nahm ferner Agraffen und wandte einen speziell erfundenen Fixateur an, dessen vier lange in den Knochen gebohrte Schrauben durch einen außerhalb des Körpers liegenden Metallstab fest verbunden waren; nur die Gefahr einer sekundären Infektion war bei dieser operativen Maßnahme sehr groß. Lane empfahl Metallschienen, die am Knochen festgeschraubt wurden. 1910 berichtete Amrein über Markraumverbolzung mit Elfenbeinstiften, 1911 folgt Princeteau in Frankreich, der dasselbe Material verwandte. Delbet nimmt zur gleichen Zeit den autoplastischen Knochenspan bei Schenkelhalsfrakturen als

Bolzen und Basset stellte diese Frakturen ähnlich, indem er nach eigener Methode einen Kanal in den Schenkelhals bohrte und in diesen den Knochenbolzen bis in den Kopf einschlug. Cornioley bolzte mit Elfenbeinstiften und baute diese Operationsart neu aus. Besonders verdient um den Ausbau der Knochenbolzung hat sich Lexer gemacht (1914). Er bevorzugte autoplastischen Knochenspan (meist aus der Tibia entnommen) als Bolzungsmaterial. Rehn und Weiß verwandten wie Lexer den arteigenen Knochenspan. Auch Kirschner nahm den autoplastischen Knochenspan als Bolzen, zuerst jedoch nur bei Pseudarthrosen und zur Gelenkversteifung. Ebenso hat Förster einen Knochenspan, und zwar nicht als Bolzen, sondern als äußere Schiene an die Fraktur gelegt (ähnlich Lexer), indem er eine entsprechende Rinne in den Knochen gefräst und Drähte (als zweiten Fremdkörper) zirkulär um die Knochen und um den Span gelegt hat. Greiffenhagen empfiehlt ebenso wie König, der in Deutschland besonders für eine frühzeitige Knochenbolzung eintritt, den Elfenbein- und Hornbolzen, da sie damit gute Erfolge erzielten. 1922 veröffentlicht Dieffenbach eine quer zur Knochenlängsachse stehende Bolzungsart mit Elfenbeinmaterial, die später kurz erwähnt wird. 1930 hören wir von Werwath und Leriche, daß sie amerikanische Rinderknochen als Bolzen nehmen. Rauch bevorzugt Elfenbeinstifte. Zielke hat 1936 eine neue Art der Knochenbolzung mit einem Hohlzylinder aus Elfenbein beschrieben und empfohlen. Später soll genauer auf die Zielkeschen Bolzen eingegangen werden.

Im folgenden soll versucht werden, die verschiedenen Bolzungsarten miteinander zu vergleichen und dargelegt werden, wann man sich zur blutigen Knochenstellung entschließen soll.

Im allgemeinen ist die Indikation zur blutigen Stellung eines Bruches gegeben, wenn konservative Methoden versagt haben. Man wird stets zuerst versuchen, nachdem man den Bruch äußerlich reponiert hat, mit einem Gipsverband oder einer Drahtextension auszukommen. Durch Medikamente und Strahlentherapie kann man unter Umständen die mechanische Behandlung unterstützen. Erst, wenn die Kallusbildung zu gering ist oder ganz ausbleibt, weil Weichteile interponiert sind, wird man sich zur Operation entschließen. Pseudarthrosen infolge Muskelinterposition zählen zu den häufigsten Anlässen für einen blutigen Eingriff, speziell für eine Bolzung.

Wenn eine blutige Stellung in Frage kommt, wird vielfach, wie auch an der hiesigen chirurgischen Abteilung zunächst versucht, mit einfacher Verhakung der Fragmente auszukommen, da dies das einfachste und schonendste Verfahren ist. Man frischt die Bruchenden quer, treppenförmig oder keilförmig an, so daß sie aneinander oder ineinander passen und erst, wenn die Fraktur trotz dieser Maßnahmen nicht feststeht, wird ein Nagel oder Bolzen zu Hilfe genommen bzw. eine zirkuläre Drahtnaht angelegt. Lexer, der ausführliche Anweisungen für die Bolzungen gegeben hat, stellt die Indikation zur Bolzung bei veralteten Fällen mit schweren Dislokationen, Weichteilinterpositionen und Pseudarthrosen erst nach 2 Wochen als gegeben hin, wenn ein Erfolg mit konservativen Maßnahmen völlig ausgeschlossen erscheint. Lane und Lambotte dagegen und in Deutschland König empfehlen eine blutige Reposition bei jeder nicht gut gestellten Fraktur; sie fassen ihre Indikation recht weit, berichten aber trotzdem über gute Erfolge.

Speziell indiziert sind Markraumverbolzungen bei langen Röhrenknochen. Aber auch kleine Knochen oder Knochenteile ohne Markhöhle können gebolzt werden, wenn man vorher einen Kanal in sie bohrt. Am häufigsten und leichtesten werden Oberschenkel-, Unterschenkel-, Oberarm- und Vorderarmbrüche durch Bolzung gestellt. Vielfach wurden früher von verschiedenen Chirurgen die Schenkelhalsfrakturstücke mittels Bolzen vereinigt. Heute dagegen wird die Schenkelhalsfraktur meist durch Nagelung gestellt.

(Bei der Schenkelhalsnagelung läßt man den Nagel herausstehen, damit man ihn, nach eingetretener Befestigung des Bruches durch Kallus, wieder extrahieren kann und so eine spätere Fremdkörpereiterung ausgeschlossen bleibt. Der Nachteil dieser Operation ist allerdings, daß durch den Nagel eine offene Wunde geschaffen wird, mit der Gefahr einer sekundären Infektion.)

Außerdem ist eine Bolzung bei Gelenks- und Knochenresektionen indiziert, damit die Knochenenden gut geschient werden.

In der Literatur werden ferner Claviculafrakturen nicht selten erwähnt, die durch Bolzen aus den verschiedensten Materialien ideal gestellt wurden. Ganz allgemein kann jeder dislozierte Bruch gebolzt werden, wenn ein Markraum vorhanden ist oder ein gebohrter Kanal genügend Raum für einen Stift aus Knochen oder anderem Material gibt. Bei Schrägbrüchen wird die sogenannte Querbolzung empfohlen, d. h.

nach Bohrung eines Kanals wird ein Bolzen quer zur Längsachse durch den Knochen getrieben. Häufiger wird jedoch die Drahtumschlingung angewandt (nach erprobten Methoden, z. B. nach Magnus).

Andere Verhältnisse haben wir bei einem komplizierten Bruch. Man wird sich weniger leicht zur Bolzung entschließen, da dabei eine wichtige Voraussetzung, die absolute Asepsis, fehlt. Später wird genauer darauf eingegangen werden.

Kontraindikationen für eine blutige Behandlung sind zu hohes Alter (trophische Störungen), Tabes, Diabetes, Herz- und Gefäßleiden oder gleichzeitige anderweitge Knochenerkrankungen. Zusammengefaßt läßt sich sagen, daß die Benutzung von Bolzen oder eine andersartige blutige Stellung zwangsmäßig von der Art und dem Dislokationsgrad des Bruches abhängt. Wie gesagt, kommt eine Bolzung hauptsächlich bei Querbrüchen in Frage. Von der Substanz des Bolzens hängt die Heilungstendenz und Heildauer in hohem Maße ab.

Betrachten wir die Frage des Bolzungsmaterials, so müssen wir sie unter verschiedenen Gesichtspunkten untersuchen. Erstens soll der Bolzen möglichst haltbar sein, damit er die Frakturenden in guter Stellung vereint. Dann soll er nicht als Fremdkörper wirken und möglichst spät resorbiert werden. Er soll das Gewebe nicht schädigen; er soll sterilisierbar sein, d. h. er muß längere Zeit ausgekocht und dadurch aseptisch gemacht werden können. Wenn möglich, soll der Bolzen auch die Kallusbildung anregen. Soweit man bisher übersehen kann, scheint nach den meisten Autoren das beste, weil physiologischste Material, der autoplastische Knochenspan zu sein. Er ist sehr fest und wird entweder schnell resorbiert oder in den neu gewucherten Knochen eingebaut. Allerdings ist die Operation komplizierter und langwieriger als die mit heteroplastischen Stiften, da man zuvor aus einem anderen Knochen einen Knochenspan mit dem Meißel herausschlagen muß. Lexer, Rehn, Weiß, Förster (u. a. m.) sind bekannt für diese Spanbolzung (meist Tibiaspäne). Meyer und Wehner haben bei ihren Tierexperimenten festgestellt, daß die Erfolge mit periostüberzogenem Span noch besser sind als mit periostlosem, denn letzterer wird zu schnell resorbiert und der Bolzen kann leichter brechen, bevor die Frakturstücke durch Kallus genügend fest verbunden sind. Gut vom Körper vertragen wird amerikanischer Rinderknochen und überseeische Hornstifte als Bolzenmaterial. Sie sind recht hart und können

nach etwa ein bis zwei Jahren (Werwath, Leriche) zum größten Teil abgebaut und resorbiert werden. Nach den genannten Autoren hätten die Hornbolzen stets eine reichliche und gute Kallusbildung hervorgerufen. Hornstifte sind auch vorteilhaft, weil sie durch längeres Kochen weich und zur Bearbeitung (Anpassung an den Markraum) geeignet gemacht werden können, da sie gekocht biegsam und formbar, nach Erkalten jedoch fest sind und nichts von den fixierenden Eigenschaften verloren haben.

Rehn hat durch seine Tierversuche (Kaninchen) erwiesen, daß Elfenbein langsamer als Horn resorbiert wird. Beim Horn sei daher der verderbliche Fremdkörperreiz weit geringfügiger als beim Elfenbein und außerdem wirke Horn anregend auf die Knochenneubildung. Am leichtesten sterilisierbar und verhältnismäßig hart sind Elfenbeinstifte, die von vielen Operateuren benutzt werden. Sie werden relativ langsam von den Knochenmarkriesenzellen angenagt und zerstört, auch verursachen sie ebenfalls reichlich Kallusbildung. Einen Elfenbeinstift kann man leicht beschaffen und reinigen, ferner ist seine Anwendung sehr einfach. Der Elfenbeinbolzen leidet nur etwas mehr als der Hornbolzen durch häufiges oder längeres Auskochen. Bircher, Cornioley, Rehn und Zielke haben bei der Elfenbeinbolzung eine reichliche Kallusbildung beobachtet, während Weiß berichtet, daß nach zwei und mehr Jahren bei gebolzten Brüchen die Eilfenbeinstifte nur sehr wenig und sehr langsam resorbiert worden seien und noch nach Jahren hätten sie zu Fremdkörpereiterungen geführt. Ein ähnlicher Fall hat sich an der chirurgischen Abteilung des Neuköllner Krankenhauses ereignet, und zwar hat ein Elfenbeinbolzen nach zwei Jahren (Rö.-Kontrolle) den umgebenden Knochen zur Nekrose gebracht. Zielke hat zur besseren Einheilung den Elfenbeinbolzen als Hohlzylinder verwendet und ihn außerdem seitlich ganz fein durchbohrt. Durch den durchlöcherten Hohlzylinder werden die Markräume der Knochenfragmente wieder vereinigt, und es wird die Kallusbildung dadurch günstig beeinflußt. Wegen der Dünne der Bolzenwand besteht aber die Gefahr, daß der Bolzen durchbrechen kann, wenn er auf mehr oder weniger starke Biegung an der Frakturstelle beansprucht wird. Zielke hat eine Versuchsreihe an Hunden angestellt und dabei mehr Erfolge mit seinem neuen Bolzen als mit massiven Elfenbeinstiften gehabt. Wie noch später erwähnt wird, konnten wir an der hiesigen chirurgischen Abteilung bei Verwendung von Zielke-

bolzen wohl günstigere Resultate als früher mit Massivstiften beobachten, wenn auch gelegentlich nach einiger Zeit ein Durchbrechen des Bolzens beobachtet wurde.

Stahlbolzen wandte einst Groves mit angeblich guten Ergebnissen an, jedoch findet man keine weiteren Berichte über die Anwendung ähnlicher Bolzen aus Metall in der Literatur. Wie die Erfahrung und Cornioley durch seine Tierversuche erwiesen haben, sind die Metallschienen, wie sie von Lane und Lambotte angewandt wurden, als Knochenschienen wenig geeignet, denn sie bringen durch ihre Härte die Knochensubstanz schnell zur Drucknekrose. Heute werden deshalb derartige Schienen kaum mehr verwandt. Auch eine Drahtnaht verzögert meistens die Knochenwucherungen (Tierversuche König).

Das ideale Vereinigungsmittel ist nach dem Gesagten die äußere Schiene oder der innere Bolzen aus frischen Knochen, bei dem eine nachträgliche Fremdkörpereiterung am sichersten ausgeschaltet wird. Auch vorhandene Knochendefekte können durch den Knochenspan besser überbrückt und ersetzt werden.

Als nächstbestes Bolzenmaterial kommen Elfenbeinbolzen in Frage, und zwar in der von Zielke angegebenen Modifikation, wobei zu erwägen ist, ob sie nicht mit etwas dickerer Wandung, dadurch belastungsfähiger hergestellt werden können.

Der Zeitpunkt zur Bolzung wird von den meisten Autoren möglichst früh gewählt. Bei einem komplizierten Bruch muß eine Eiterung der Wunde abgeklungen und als Infektionsquelle für die Operation ausgeschlossen sein, denn im offenen Wundbett würde die für eine Bolzung geforderte Asepsis fehlen. Vorhandene Fisteln müssen absolut geheilt sein. Der traumatische Schock soll vorüber sein, ein Hämatom also zurückgegangen sein, denn dieses bildet sonst einen günstigen Nährboden für Keimansiedlung. Bei einem unkomplizierten Bruch empfiehlt Lexer und F. König die zweite Woche zur Operation. Das Gewebe hat sich dann etwas erholt und die Infektionsgefahr ist abgeschwächt. Jedoch länger als zwei Wochen möge man nicht warten, da dann die Operation durch Hyperämie (Gefäßneubildung im Knochen) erschwert wird. Die zweite Woche wird zur Operation empfohlen, da dann das Gewebe in reger regenerativer Tätigkeit ist und Blutgerinnsel sowie Gewebstrümmer in feste Verbindung mit der Umgebung eingetreten sind. Operiert man früher, so entfernt man die noch lockeren Gerinnsel, wenn man sich Uebersicht in der

Operationswunde verschafft. Die Folge ist eine verzögerte Kallusbildung, da dann, als natürliches Reizmittel für die Kalluswucherung, die lockeren Gewebsbröckel fehlen. (Lexer, König.) Lambotte und Lane haben dagegen beinahe zur sofortigen blutigen Stellung geraten. Bei der Frühoperation sind die Wundverhältnisse im allgemeinen nicht so klar wie später und auch das Periost ist schlechter erkennbar. Deshalb wird man sich meist in der zweiten Woche zur Operation entschließen. Je nach Lage des Falles wird man sich aber nicht streng an diesen Termin halten können.

Zur Operation benötigen wir erst einmal das erwähnte Bolzenmaterial. Nach Lexer entnimmt man am besten in einer unmittelbar vorangehenden Operation einen periostbezogenen Knochenspan aus der vorderen Tibiakante oder sonst subperiostal aus der Fibula (evtl. auch aus frisch amputierten Gliedern). Man geht von der Seite durch die Muskulatur hindurch und sprengt ein etwa vier bis acht Zentimeter langes Knochenstück mit dem Meißel heraus. Nachdem diese Wunde versorgt ist, beginnt man mit der Bolzung, indem man den Span zur Markhöhle passend zurechtschneidet. Verwendet man einen Hornbolzen, so muß er vor der Operation über zwanzig Minuten lang ausgekocht werden. Elfenbeinstifte sterilisiert man ebenso lange. Eine peinliche Asepsis ist bei dieser Operation das Wichtigste. Vor Beginn der Operation wird besonders gut rasiert und die Haut mit desinfizierenden Umschlägen möglichst schon am Vortage vorbereitet und zuletzt mit einem Jodanstrich versehen. In Aethernarkose (bzw. Basis- oder Mischnarkose) wird dann, sofern möglich, Blutleere angelegt (diese ist jedoch nicht unbedingt erforderlich). Die Ausführung der Operation hängt zunächst von der Art und der Lokalisation des Bruches ab. Im allgemeinen geht man unmittelbar an der Frakturstelle an dem Orte, wo die Muskulatur am dünnsten ist und wo man keine wichtigen Organe verletzen kann, bis auf den Knochen ein. Mit einem glatten Schnitt längs der Hauptachse des Knochens wird unter gleichzeitiger Blutstillung Haut und Fettgewebe durchtrennt, während die Weichteile abgeschoben werden. So dringt man bis zur Frakturstelle vor. Alte Narben werden vorher ausgeschnitten, und Knochensplitter entfernt. Das Periost wird dabei möglichst geschont und sorgfältig abgehoben. Nach Freilegung werden die Frakturenden angefrischt, der Kallus bei Pseudarthrosen abgemeißelt. Der Bruch wird gestellt, nachdem die Markhöhlen etwa vier Zentimeter hinauf mit einem Löffel ausgeräumt wurden. Sind keine Markräume vorhanden, so bohrt

oder fräst man die entsprechenden Kanäle in die Knochenenden hinein. Jetzt nimmt man den passenden Bolzen (Länge etwa vier bis acht Zentimeter) und treibt ihn in das eine Frakturende bis zur Hälfte ein (der Bolzen soll nicht zu dick sein, da er sonst Drucknekrosen am Knochen setzt — Cornioley). Dann versucht man unter kräftigem Zug an der Extremität oder durch Knochenhaken die Frakturstücke auseinanderzuhalten und den Bolzen in die zweite Knochenhöhle einzuhebeln. An den langen Röhrenknochen, besonders am Femur, ist die Operation bisweilen mit Schwierigkeiten verbunden, da ein starker Muskelzug zu überwinden ist. König tritt deshalb bei Femurschaftfrakturen für eine frühe Operation ein (innerhalb 8 Tagen), da nach seiner Erfahrung die Muskelkontraktionen am Oberschenkel anfangs geringer sind. Die Operation kann man sich dadurch erleichtern, daß man einen kleinen Sektor aus der Cicumferenz des zweiten Knochenstückes herausmeißelt, so daß ein Hereinhebeln des Bolzens, der im ersten Bruchstück feststeht, leichter gelingt. Da eine solche Bolzenhälfte länger als diese kleine Knochenlücke ist, kann der Bolzen auch später nicht aus der Höhle herausspringen. Wenn möglich, wird jetzt das Periost vernäht. Falls auf Distanz gebolzt wird, d. h. eine Frakturstelle nur durch einen Bolzen überbrückt wird und die Knochenstücke weit voneinander stehen, wird man den Spalt zwischen den Knochen am besten mit herangezogenem Periost überbrücken, um bessere Bedingungen für Kallusbildung zu schaffen. Schließlich werden Muskel- und Hautnähte gelegt und aseptisch verbunden. Die Feststellung der Fraktur erfolgt u. a. durch einen Streckverband mit Stärkebinden auf einer Cramer-Schiene, am besten wohl durch zirkulären Gipsverband, evtl. mit Fenster. Statt dessen kann man auch eine Drahtextension durch den distalen Knochen legen. An der chirurgischen Abteilung des Neuköllner Krankenhauses hat sich als beste Fixation der zirkuläre Gipsverband bewährt.

Was die Schnittführung bei den einzelnen Frakturarten anlangt, wird der Schnitt bei einer Oberschenkelfraktur auf der Außenseite angelegt, bei einer Tibiafraktur lateral über der Tibia und bei einer Radiusfraktur über der radialen Kante dieses Knochens und bei der Ulnafraktur über der Ulna, und zwar stets als Längsschnitt. Bei Ulnaschaftfrakturen rät König zu frühzeitiger Bolzung, da bei dieser Fraktur konservative Methoden nach seiner Erfahrung öfter versagen und erhebliche Dislokationen eintreten können. Bei Humerusschaft-

frakturen dagegen, selbst wenn sich schon eine Pseudarthrose gebildet hatte, verhielt er sich abwartend, da er bei Frühoperationen zuviel Rezidivpseudarthrosen erlebte. Bei einer Schenkelhalsfraktur schreiben Bircher, Basset und Lambotte z. B. vor, einen Kanal durch den Schenkelhals bis in das Kopffragment zu bohren, in diesen schlägt man darauf einen Bolzen ein. Heute wird dagegen von den meisten Chirurgen, wie bereits erwähnt, stattdessen die Schenkelhalsnagelung vorgenommen. Moure, Couet, Delbet und Anschütz wenden die gleiche Methode an. Ganz besonders bei intrakapsulären Schenkelhalsbrüchen tritt König für eine frühzeitige Operation (Bolzung oder Nagelung) ein, da die Fixation mit konservativen Methoden dort schwer möglich und die Heilungstendenz (Kallusbildung) wegen der schlecht ernährten Kopfkappe (nur durch lig. teres) gering ist. Er hat mit Elfenbeinbolzungen gute Erfahrungen gemacht. Auch bei anderen gelenknahen Brüchen sei nach König eine frühe Operation nötig, da beim Zuwarten die Dislokation und verstärkte Kallusbildung für die Beweglichkeit des Gelenkes nachteilig sind. Lexer verwandte früher zur Versteifung des oberen und unteren Sprunggelenkes desgleichen den Knochenbolzen. Vom Tuberculum des Calcaneus aus bohrte er nach Abschieben der Sehnen genau durch Calcaneus und Talus in Richtung auf die Tibia mit der Bohrfräse ein Loch und legte einen Tibiaspan oder einen Elfenbeinbolzen ein. Heute ist man von dieser Methode abgekommen. Bekannt ist ferner die Kirschnersche Verbolzung des Markraumes nach einer Amputation und seine Versteifung des Kniegelenks mit Bolzen. Auf diese Operation soll jedoch hier nicht näher eingegangen werden.

Die Heilung nach einer Knochenbolzung wird je nach Art, Lokalisation und Alter der Fraktur verschieden lange Zeit beanspruchen. Auch die Art des Materials und das Lebensalter des Patienten spielen eine große Rolle. Bei einer vergleichenden Zusammenstellung der in den letzten 15 Jahren an der chirurgischen Abteilung des Neuköllner Krankenhauses operierten Frakturen ergab sich mir folgendes:

Vergleicht man die einzelnen Behandlungsarten, so brauchten Patienten zwischen 20 und 45 Jahren (nach Fällen der hiesigen Abteilung):

bei Bolzung:

Unterarmbrüche:	6	Wochen durchschnittlich
Oberarmbrüche:	5	„ „
Unterschenkelbrüche:	12	„ „
Oberschenkelbrüche:	11	„ „

bis die Fraktur fest geworden war;

bei Drahtnaht:

Unterarmbrüche:	5½	Wochen durchschnittlich
Oberarmbrüche:	6½	„ „
Oberschenkelbrüche:	16	„ „

bei einfacher blutiger Verhakung:

Unterarmbrüche:	5	Wochen durchschnittlich
Oberarmbrüche:	6	„ „
Unterschenkelbrüche:	6½	„ „
Oberschenkelbrüche:	7	„ „

bei Drahtextension:

Unterarmbrüche:	6	Wochen durchschnittlich
Oberarmbrüche:	6	„ „
Unterschenkelbrüche:	8	„ „
Oberschenkelbrüche:	8	„ „

bis die Fraktur fest geworden war, wenn die Heilung per primam intentionem verlaufen ist.

Jüngere Patienten brauchen bei allen Operationsarten nur die halbe Heilungsdauer.

Nach Amrein brauchten bei Elfenbeinbolzung:

Vorderarmbrüche:	6	Wochen
Oberarmbrüche:	4	„
Unterschenkelbrüche:	10	„
Oberschenkelbrüche:	10½	„ bis der Knochen fest war.

Cornioley gibt eine durchschnittliche Heildauer seiner Elfenbeinbolzungen von 60 Tagen an, bis daß die Fragmente fest verwachsen waren.

Zur Nachbehandlung wird der Gips-, der Streckverband oder die Pflasterextension solange liegen gelassen, bis der Knochen einigermaßen fest durch Kallus steht. Dann folgt ein langsames Beginnen mit funktioneller Uebungstherapie. Die orthopädische Behandlung wird sich nach längerer Ruhigstellung noch über zwei bis drei Wochen erstrecken. Nicht unerwähnt will ich lassen, daß man, falls die Kallusbildung und Konsolidierung zu langsam vor sich geht, in die Bruchstelle Eigenblut und Knochenmehl bzw. chemische Präparate wie Pro Ossa oder Ossapur u. a. m. injizieren kann. Hierdurch

wird die Heilung bisweilen beschleunigt. Wichtig ist jedenfalls stets die frühzeitige Massage und Bewegungsübungen, damit bald die volle Funktion des Gliedes wieder erreicht wird.

Dann versucht man die Kallusbildung durch Bohrung nach Beck oder, wenn man damit nicht zum Ziel kommt, durch Aufsplitterung nach Kirschner zu erzwingen.

Wie gesagt, ist ein Bolzen nur beim Querbruch zu gebrauchen, bei dem ein zirkulärer Draht nicht zu verwenden ist. Umgekehrt wird man beim Schräg- und Flötenschnabelbruch nur eine zirkuläre Drahtnaht anlegen, da ein zentraler Bolzen hierbei nicht halten kann. Die bereits erwähnte sogenannte Querbolzung wird wenig verwendet. Ein Nachteil der Bolzung ist, daß ein Bolzen bei zu starker Biegungsbeanspruchung brechen kann. Deshalb soll man stets noch einige Zeit den Bruch fixieren. Trotzdem sind spätere Kallusbrüche nicht ganz selten. Ferner haben alle Fremdkörper den Nachteil, daß sie nicht immer einheilen, sondern nachträglich häufig wegen Fremdkörpereiterung entfernt werden müssen. Es kann gelegentlich sogar nach längerer Zeit noch zu Fremdkörpereiterungen kommen; eine Konsolidation ist dann in Frage gestellt. Von solchen Späteiterungen hört man in der Literatur allerdings sehr wenig, weil schlechte Fälle meist nicht veröffentlicht werden. Meist wird der Bolzen trotzdem seine Schuldigkeit tun, d. h. er schient die Knochen, bis sie ganz oder zum Teil fest verbunden sind. Wenn einmal durch den Reiz des Bolzens eine zu starke Kalluswucherung hervorgerufen wird, kann natürlich die umgebende Muskulatur atrophisch und ein Nerv eingemauert werden (besonders leicht der N. Radialis, da er nahe am Humerus entlang läuft). Bei Kindern muß man recht vorsichtig zu Werke gehen, damit die Knochenkerne nicht geschädigt werden.

Trotz dieser Nachteile müssen wir die Vorzüge der Bolzung anerkennen; diese sind: die ideale achsengerechte Stellung der Fragmente und die im allgemeinen beobachtete rasche und ausreichende Kallusbildung.

Cornioley betont, daß es weniger Druckatrophien durch den geschmeidigen Bolzen als durch eine metallene harte Drahtnaht gibt. Die Vorwürfe, es gäbe durch Bolzung mehr Fettembolien, haben sich in der Statistik, wie Cornioley weiter berichtet, nicht bestätigt. Viele Chirurgen lehnen das häufige und wahllose Operieren von Knochenbrüchen wegen der damit verbundenen Gefahr der Gelenksversteifung ab (besonders leicht wird das Kniegelenk betroffen). Trotz aller

Bedenken und der Zurückhaltung der meisten Chirurgen wird man sich gelegentlich doch zur Bolzung entschließen müssen, wenn man mit konservativen Methoden nicht zum Ziel kommt. Die im folgenden aufgezeigten Erfolge werden uns im Entschluß zur Operation bestärken.

Um ein richtiges Bild von der Brauchbarkeit der Knochenbolzung zu bekommen, ist es notwendig, statistische Erhebungen mit heranzuziehen. Im folgenden führe ich die Urteile und Erfolgsberichte verschiedener Chirurgen, die die Bolzung anwandten, an:

Lexer berichtet trotz gelegentlicher Mißerfolge über glänzende Resultate seiner Methode der Bolzung mit autoplastischem Knochenspan aus der Tibia. Cornioley schreibt über zwei gute Resultate mit Tibiaspan und der Franzose Delbet über neunzehn nur gut geheilte Fälle mit demselben Material bei Schenkelhalsbolzung. Sie fügen hinzu, daß aber auch unbefriedigende Ergebnisse erzielt wurden. Hoffmann berichtet über 16 gutverheilte Tibiasspanbolzungen. Förster gibt an, daß er mit dem Knochenspan vorwiegend gute Ergebnisse erzielt habe. Greiffenhagen zeigt 7 Fälle von Hornbolzungen auf, von denen vier gut und drei weniger zufriedenstellend geheilt sind. Aehnlich wie Basset operierte Anschütz die Schenkelhalsfrakturen und bohrte mit einem Führungsapparat einen Kanal in den Schenkelhals, um dorthinein den Bolzen einzuführen. Er erwähnt größtenteils gute Resultate. Werwath schreibt ausdrücklich, er habe in funktioneller Hinsicht nur gute Resultate mit Bolzen aus amerikanischem Rinderknochen erzielt. Zielke schreibt in seiner Abhandlung von 28 nach seiner Methode (mit Elfenbeinzylinder) gebolzten und gutverlaufenen Fällen. Bircher erwähnt 75 Fälle von Elfenbeinbolzung, bei denen ein Teil der Bolzen gut einheilte, bei anderen mußte der Bolzen wieder entfernt werden. Princeteau berichtete über viele befriedigende Resultate mit Elfenbeinstiften und Rauch hebt die ideale Stellung und gute Heilung seiner nach sieben Tagen bereits mit Uebungstherapie bedachten Fälle hervor. Weiß hingegen sagt, daß von vierzehn mit Elfenbein gebolzten Fällen nur zwei glatt eingeheilt sind, die meisten seien gebrochen und zwei als Fremdkörper abgestoßen worden. Amrein gibt eine genaue Statistik seiner Elfenbeinbolzung: 36 mal sind sie gut und aseptisch geheilt, siebzehn Bolzen mußten wegen Eiterung extrahiert werden und in drei Fällen wies der

Knochen später an der Frakturstelle eine starke Abknickung auf. Bei frischgebolzten komplizierten Frakturen sind von zehn operierten sieben gut geheilt, während drei Bolzen extrahiert werden mußten. An der chirurgischen Abteilung des Krankenhauses in Neukölln wurden in den letzten fünfzehn Jahren folgende Ergebnisse erzielt: von Büffelhornbolzungen sind zwanzig gut und in idealer Stellung eingeheilt und zwei Brüche sind nicht fest geworden, d. h. eine Osteomyelitis trat hinzu und der Bolzen wurde durch Eiterung abgestoßen. Bei Bolzungen mit Tibiaspänen sind von drei Fällen zwei gut und einer weniger gut (wegen verzögerter Kallusbildung) zur Heilung gekommen. Mit Zielkebolzen wurden in letzter Zeit zwei Bolzungen fest, zweimal sind die Bolzen später gebrochen und einmal entstand nach Bruch des Bolzens eine Osteomyelitis. Bei einem weiteren Fall war der Bruch mit Zielkebolzen klinisch fest geworden und der Patient wurde geheilt entlassen. Bei einer späteren Röntgenkontrolle nach über zwei Jahren stellte sich aber heraus, daß der Knochen in der Umgebung des Bolzens zum größten Teil abgebaut worden war und nur eine dünne Knochenbrücke bestand.

Zur Kontrolle wurden Patienten, deren Brüche durch Bolzung gestellt waren, nach über 10 Jahren befragt, ob der Bruch gut stehe und die Funktion der Extremitäten einwandfrei sei. Zehn Antworten wurden erteilt und von allen Patienten die reizlose gute Verheilung des Bruches angegeben.

Bei Durchsicht der Kontrollaufnahmen der Röntgenbilder, der an der chirurgischen Abteilung des Krankenhauses Neukölln operierten Patienten, sind fast ausnahmslos ideale Stellungen und dichte Schatten durch Knochenbrücken über der Frakturstelle zu beobachten.

Im ganzen kann gesagt werden, daß durch Bolzungen zum Teil bessere Ergebnisse als mit der Drahtnaht erzielt wurden. Man sollte deshalb, nachdem die Methoden der Wahl: das Zugverfahren und der ungepolsterte Gips, und schließlich die blutige Verhakung bei Frakturen nicht zu einer günstigen Stellung geführt haben, den Bruch durch Bolzung oder mit einer Drahtnaht stellen. Unter den operativen Methoden wird für gewisse Fälle die Bolzung das einfachste und beste Verfahren bleiben. Gern wird man z. B. schlecht stehende Unterarmbrüche bolzen.

Zusammenfassung.

In den Ausführungen werden nach kurzem Eingehen auf die Geschichte und die Indikationen zur Knochenbolzung die Fragen des Materials, der Heilungstendenz und der Erfolgsaussichten einer Bolzung erörtert. Es wird der autoplastische Knochenspan den alloplastischen Materialien an Hand von Literatur und Klinikfällen gegenübergestellt und dabei erweist sich, daß der körpereigene Knochenspan als Bolzen die meisten Vorzüge besitzt, obwohl auch mit Horn- und Elfenbeinbolzen gute Erfolge erzielt wurden. Zunächst soll jedoch stets versucht werden, mit Reposition und zirkulärem Gipsverband oder mit der Drahtextension und zuletzt mit der einfachen blutigen Verhakung der Frakturenden auszukommen.

Literaturangabe.

Amrein: Resultate operativer Pseudarthrosen- und Frakturbehandlung mit Elfenbeinstiften (Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen, Band 16, S. 119).

Anschütz: Schenkelhalsbolzung (Ergebnisse der Chirurgie, Band 20).

Alglava: Traitement sanglant des fractures fermées (Revue de Chirurgie 1911).

Basset: Les fractures de col de fémur.

Bircher: Zur operativen Therapie der coxa vara statica (Zentralblatt der Chirurgie 1922).

Bircher: Elfenbeinstifte bei der Behandlung von Frakturen und Pseudarthrosen und als osteoplastischer Ersatz (Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen, Band 11, Heft 5).

Berard: Revue de Chirurgie 1911 (Bericht).

Bruns: Die Lehre von den Knochenbrüchen: Deutsche Chirurgie 1886 (Stuttgart).

Cornioley: L'osteosynthese des os longs.

Demel: Operative Frakturenbehandlung.

Delbet: Revue de Chirurgie, Band 44, S. 791 (Bericht).

Dupuy de Frenelle: Osteosynthese.

Förster: Knochenwandbolzung (Zentralblatt für Chirurgie 1932).

Greifenhagen: Ueber den Wert der Hornbolzungen und deren Technik (Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, Band 124, S. 137).

Gussenbauer: Die traumatischen Verletzungen.

Girotto: L'invacigliamento centrale nel trattamento della Frattura transversali della diafisi femorale.

Hoffmann: Knochennaht und Knochenbolzung. (Archiv für klinische Chirurgie, Band 90, S. 367.)

König: Ergebnisse der Chirurgie und Orthopädie 1914, S. 165 (Bericht).

— Ueber versenkte Fremdkörper im Knochen (Zentralblatt der Chirurgie 1928, Nr. 5.)

— Archiv für klinische Chirurgie, Band 76, S. 725.

Lambotte: Sur le traiement operatoire des fractures du col de fémur. (Archiv franco-belge de Chirurgie 1914, Nr. 9).

Lane: The operative treatment of fractures.

Lexer: Ergebnisse der Chirurgie und Orthopädie 1914 (Bericht).

— Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, Band 133, S. 170.

— Wiederherstellungschirurgie, Band 1.

Meyer u. Wehner: Neue Versuche mit autoplastischem Knochengewebe. (Archiv für klinische Chirurgie, Band 103).

Princeteau: Revue die Chirurgie, 1911 (Bericht).

Rauch: Zentrale Elfenbeinbolzung bei Unterarmbrüchen (Zentralblatt der Chirurgie, 1930).

Rehn: Hornbolzung im Tierexperiment. (Archiv für klinische Chirurgie, Band 96, S. 449.)

Weiss: Spätresultate von Gelenkbolzungen (Archiv für Orthopädie, Band 12, Heft 4).

Werwath: Alloplastische Knochenbolzung (Zentralblatt für Chirurgie, 1930.)

Zielke: Eine neue Art der Knochenbolzung. (Der Chirurg, 1936, S. 803.)

Lebenslauf.

Am 15. März 1916 wurde ich, Günter Frank, zu Berlin-Charlottenburg als Sohn des Apothekers Dr. E. Frank und seiner Ehefrau Klara, geb. Schären, geboren. In Charlottenburg besuchte ich nach der Grundschule das Reform-Realgymnasium und legte dort am 1. März 1934 die Reifeprüfung ab. Nach halbjähriger Arbeitsdienstzeit begann ich in Göttingen das Studium der Medizin im W.-S. 1934/35. Im Februar 1935 bestand ich dort die ärztliche Vorprüfung. Darauf studierte ich zwei Semester in München, eines in Berlin und die letzten in Freiburg i. Br. Nach zehnsemestrigem Medizinstudium bestand ich das Medizinische Staatsexamen am 9. September 1939 in Freiburg i. Br. Wegen des Kriegszustandes erhielt ich mit demselben Datum vorzeitig die Bestallungsurkunde als Arzt (Innenministerium Karlsruhe). Seitdem arbeite ich als Volontärarzt an der chirurgischen Abteilung des Städtischen Krankenhauses Neukölln in Berlin-Buckow-Ost.